

Das Verhalten einiger hämodynamischer Parameter unter dem Einfluß einer sogenannten Kreislauftrainingskur

von
Klaus Nolte
aus
Nürnberg

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

Das Verhalten einiger hämodynamischer Parameter unter dem Einfluß einer sogenannten Kreislauftrainingskur

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Klaus Nolte

aus

Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. Dr. H. Pauly

Referent: Priv.-Doz. Dr. E. Lang

Korreferent: Prof. Dr. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung: 22.8.1972

Herrn Professor Dr. med. C. Korth danke ich für die
freundliche Übernahme des Referats.

~~Inhaltsverzeichnis~~

1. Einleitung

2. Methode

3. Ergebnisse

4. Diskussion

5. Zusammenfassung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent
Dr. med. Erich Lang für die freundliche Über-
lassung des Themas sowie für seine unermüdli-
che Bereitschaft, mich jederzeit mit Rat und
Tat zu unterstützen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Methodik	3
3. Ergebnisse	9
4. Diskussion	19
5. Zusammenfassung	25
6. Literatur	27



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548612_0043

EINLEITUNG

Aus vielen Statistiken, aus den Angaben der Weltgesundheitsorganisation, sowie gesonderter Untersuchungen in den USA, England (58), in der Bundesrepublik (29) und auch in der DDR (62) geht hervor, daß Herz- und Kreislauferkrankungen zur Zeit zu den drei führenden Todesursachen zählen. Ähnlich alarmierend sind die Zahlen, die die Frühinvalidität durch Herz- und Kreislauferkrankheiten kennzeichnen (58). Um dieser Entwicklung Einhalt zu gebieten, hat man nach neuen Maßnahmen in der präventiven und rehabilitativen Medizin gesucht.

In der Prophylaxe wurde dadurch ein großer Fortschritt erzielt, daß man fest definierte menschliche Eigenschaften, Gewohnheiten und biochemische Befunde aufdeckte, die mit der Häufigkeit der Herz- und Kreislauferkrankheiten in engem Zusammenhang stehen (56). Mit der Beherrschung dieser sogenannten Risikofaktoren, zu denen auch der Bewegungsmangel und seine Folgen gehören - so folgerte man - sei eine Grundvoraussetzung für eine sinnvolle Prävention auf diesem Sektor der Medizin geschaffen (" Die epidemiologischen Ergebnisse sowie die Summe der Auswirkungen einer erhöhten körperlichen Aktivität auf den menschlichen Organismus weisen darauf hin, daß körperliches Training als Prophylaktikum und Therapeutikum für eine Reihe von Herz-

und Kreislaufferkrankungen eingesetzt werden kann." 51, Seite 65). Unter diesem Gesichtspunkt hat man in den letzten Jahren Kurformen entwickelt, bei denen bewegungstherapeutische und vor allem gymnastische, hydrotherapeutische oder Kombinationen dieser Elemente im Vordergrund stehen (BECKMANN, GROH, NATHUSIUS). Diese Arten der vorbeugenden Kreislauftherapie besitzen viele Befürworter und zahlreiche Sozialversicherungsträger, Firmen und karitative Verbände finanzieren inzwischen solche Kuren.

Leider liegt jedoch trotz der Vielfalt und Vielzahl der angebotenen "Trainingskuren" noch keine ausreichende wissenschaftliche Begründung vor; und insbesondere wird deren Effektivität nach objektiven Kriterien noch zu beweisen sein.

Wir nahmen daher die Gelegenheit wahr, ein Kollektiv von Angestellten eines Industriekonzerens vor und nach einer 21 Tage dauernden sogenannten Kreislaufkur zu untersuchen. Ziel der Untersuchung war es, die Auswirkungen dieser Kur auf die Ruhewerte von Pulsfrequenz, Schlagvolumen, Minutenvolumen, Herzarbeit, Herzleistung und den Quotienten Schlagvolumen / Austreibungszeit festzustellen.

METHODIK

1. Untersuchungsgut

57 Versuchspersonen, die alle einen Schreibtischberuf ausübten, wurden zunächst vor und dann nach einer 21-tägigen Trainingskur untersucht. Der jüngste Proband war 29, der älteste 58 und das Durchschnittsalter betrug 42,95 Jahre. Die Kur fand in einem circa 20 km nördlich von Garmisch/Partenkirchen liegenden Gebirgsdorf statt. Die Meereshöhe betrug 632 m.

2. Kurplan

- 7.30 - 8.00 Anweg von der Unterkunft zur 1. Morgenübung
- 8.00 - 8.40 Morgenübung: Gruppengymnastik, Lockerungsbewegungen, Räkeln, Entspannen, Atemgymnastik, Dehnen, Strecken, Schwinggymnastik (Wirbelsäulenübungen)
- 8.40 - 9.15 Gemeinsamer Weg zum Frühstück, gemeinsames Frühstück
- 9.15 - 10.45 Freiluftliegekur bzw. Ambulanz, Individualbehandlung, Chiropraktische Maßnahmen
- 10.45 - 11.00 Anweg zur 2. Morgenübung
- 11.00 - 12.00 Vormittagsübung: Gruppengymnastik, Koordination (Leichtball), Muskeltrai-

- ning (Bali), Hautbürstungen, Hydro-
therapie (Güsse), Massage, Fußübungen
- 12.00 -12.45 Gemeinsamer Weg zum Mittagessen,
Mittagessen
- 12.45 -14.45 Freiluftliegekur
- 14.45 -15.00 Kaffeemahlzeit
- 15.00 -17.00 Terrainkur, Geländegehen, Berggehen
in Gruppen
- 17.00 -18.00 Freizeit
- 18.00 -18.45 Anweg zum Abendessen, Abendessen
- 19.00 -20.00 Zweimal wöchentlich Gesundheitsdis-
kussion (Vortrag)

Der Mittwoch- und Sonnabendnachmittag sowie der
Sonntag waren kurfrei.

3. Untersuchungsgang

Die Kreislauf ruhewerte wurden nach dreißigminütigem
Ausruhen auf einem Untersuchungsbett in einem ruhi-
gen, angenehm warmen Raum bestimmt. Wir registrier-
ten das EKG (Ableitung II), den Herzschall in
mehreren Frequenzfiltern, die Karotis- und die
Femoralispulskurve. Die Papiergeschwindigkeit be-
trug 50 mm/sec. Der Herzschall wurde mit einem
Kristallmikrophon über dem 3.ICR links parasternal
abgenommen, die Pulskurve mit einem Rezeptor mit
Ringzusatz (System BOUCKE-BRECHT) (7) aufgezeichnet.
Als Registriergerät diente uns ein Sechsfachschrei-
ber (Mingograf-Cardirex 6t der Firma SIEMENS) mit

eingebautem Infratonverstärker nach BOUCKE und BRECHT (7).

4. Messmethode

Die Auswertung der gewonnenen Kurven wurde nach dem Verfahren der physikalischen Kreislaufanalyse von BROEMSER-RANKE vorgenommen (8):

- die BLUTDRUCKWERTE wurden nach RIVA-ROCCI am rechten Oberarm von Hand gemessen.
- der MITTLERE BLUTDRUCK (p_m) errechnet sich aus der Formel

$$p_m = p_d + 0,43 \cdot \Delta p \quad (\text{dyn} / \text{cm}^2)$$

- die PULSFREQUENZ (Fr) geht aus der PULSPERIODEN-DAUER (T) hervor

$$Fr = \frac{60}{T} \quad (1 / \text{min})$$

- die VISKOSITÄTSKONSTANTE (ρ) des Blutes setzten wir ein mit

$$\rho = 1,06 \quad (\text{g} / \text{cm}^3)$$

- den AORTENQUERSCHNITT (Q) entnahmen wir einer Tabelle von SUTER (35).
- zur Bestimmung der PULSWELLENGESCHWINDIGKEIT (c) wurden gemessen (8) :
 - a. die PULSLAUFZEIT (Δt) = zeitliche Verzögerung der Karotis-Femoralis-Pulskurven;
 - b. die GEFÄSSTRECKE (Δs) = (Strecke Jugulum

über Nabel bis Abnahme Femoralispuls) minus
(Abnahme Karotispuls bis Jugulum).

Daraus ergibt sich

$$c = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (\text{cm / sec})$$

Die für die weiteren Berechnungen notwendigen Werte der einzelnen Herzaktionen wurden nach Abbildung 1 bestimmt.

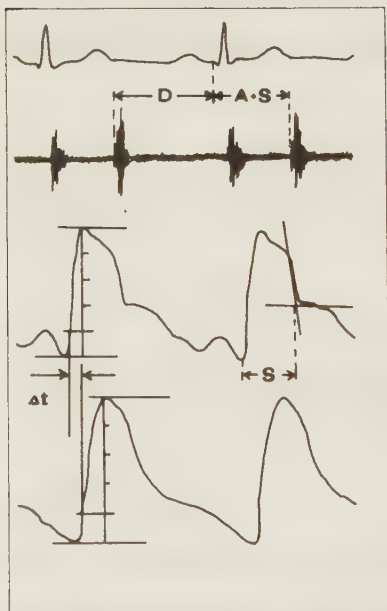


Abb. 1: Von oben nach unten :

- EKG Abl. II
- Herzschall
- Karotispuls
- Femoralispuls

D=Diastolendauer
A+S=Systolendauer
A=Anspannungszeit
S=Austreibungszeit
 Δt =Pulslaufzeit

Hilfslinien:

- 2 Tangenten zur Bestimmung der Incisur
- je 1 waagrechte Gerade in Höhe 1 / 5 des Niveauunterschiedes Maximum - Minimum der Karotis- bzw. Femoralispulskurve

Weiterhin kamen folgende Berechnungsformeln zur Verwendung :

$$\text{VOLUMELASTIZITÄT } E' = \frac{2 \cdot p \cdot c}{Q \cdot S} \quad (\text{dyn / cm}^5)$$

$$\text{SCHLAGVOLUMEN} \quad V_S = \frac{Q \cdot \Delta p \cdot 1,33 \cdot S \cdot T}{2 \cdot \rho \cdot c \cdot (D + A)} \quad (\text{cm}^3)$$

$$\text{MINUTENVOLUMEN} \quad V_m = V_S \cdot Fr \quad (\text{cm}^3 / \text{min})$$

$$\text{HERZARBEIT} \quad H_A = 1,33 \cdot V_S \cdot p_m \quad (\text{cmdyn})$$

$$\text{HERZLEISTUNG} \quad H_L = \frac{1,33 \cdot V_S \cdot p_m}{T} \quad (\text{cmdyn} / \text{min})$$

Als Berechnungsgrundlage verwendeten wir bei den Herzaktionen ein Mittel aus 10 möglichst zusammenhängenden Einzelablesungen, bei der Pulswellengeschwindigkeit den Mittelwert aus 3 möglichst zusammenhängenden Ablesungen. Eine Besprechung der einzelnen Verfahren der Kreislaufgrößenbestimmung sowie nähere Einzelheiten finden sich bei MEINERS (35), LINKE (34) und NEUMANN-BOEDER (41).

5. Statistik

Wir errechneten Mittelwerte

- a. des Gesamtkollektivs,
- b. der Altersklassen 11-45, 46-80 Jahre,
- c. der Altersklassen 21-30, 31-40, 41-50, 51-60 Jahre. (In der Altersgruppe 21-30 Jahre befanden sich nur zwei Probanden; deshalb wurde diese Altersgruppe nicht berücksichtigt.)

Die Signifikanzprüfung der einzelnen Mittelwertsunterschiede erfolgte durch die t-Verteilung nach STUDENT (53). Laut Definition gilt:

HOHE SIGNIFIKANZ :

Irrtumswahrscheinlichkeit α von 0 bis 0,02

SIGNIFIKANZ :

Irrtumswahrscheinlichkeit α von 0,02 bis 0,05

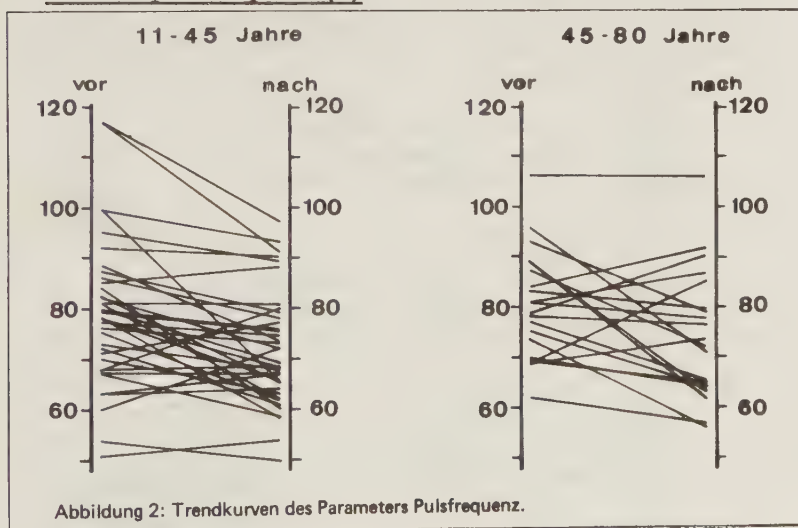
KEINE SIGNIFIKANZ :

Irrtumswahrscheinlichkeit α größer 0,05

ERGEBNISSE

Das Verhalten der gemittelten Kreislaufruhwerte ist in Tabelle 1 wiedergegeben. Die Veränderungen der Einzelruhwerte kommen – nach Altersgruppe 11–45 J. und Altersgruppe 46–80 J. aufgeteilt – in Trendkurven zum Ausdruck. Die nun folgenden Resultate werden in Tabelle 2 und 3 übersichtlich zusammengefaßt.

1. Die Ruhepulsfrequenz (F)



Die Frequenz zeigt bei allen Probanden im Durchschnitt eine Abnahme um 8,6% von 79,28 auf 72,42 Schläge pro Minute. Dieser Unterschied ist hochsignifikant ($\alpha=0,01$). In Altersgruppe 11–45 J. ist der Mittelwert um 9,2% gefallen, wobei sich das

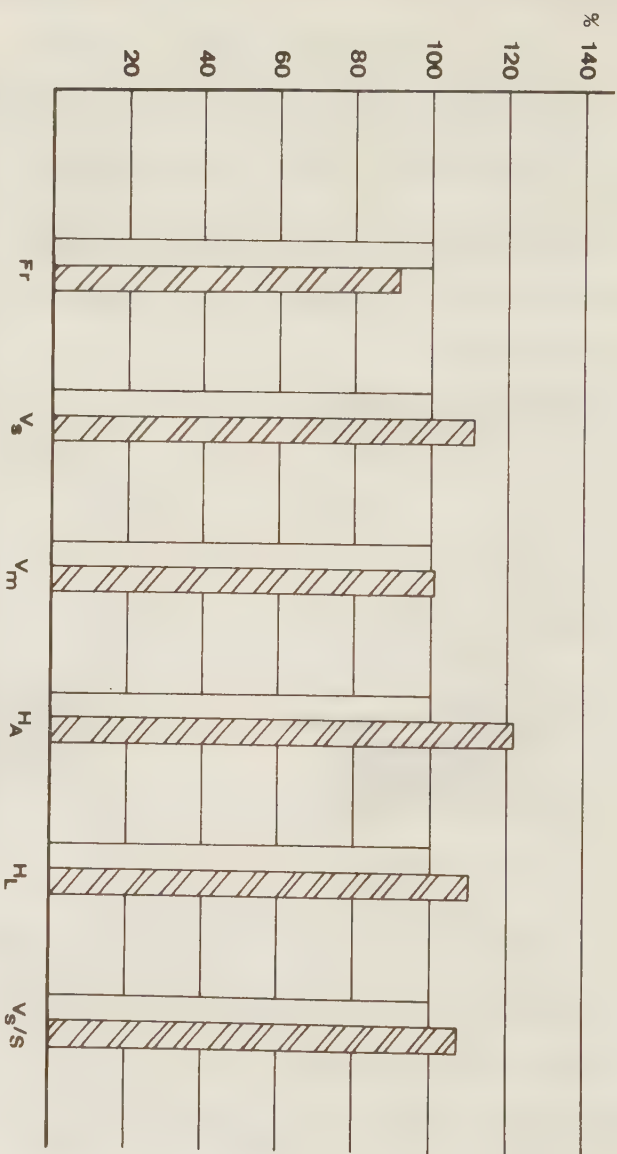
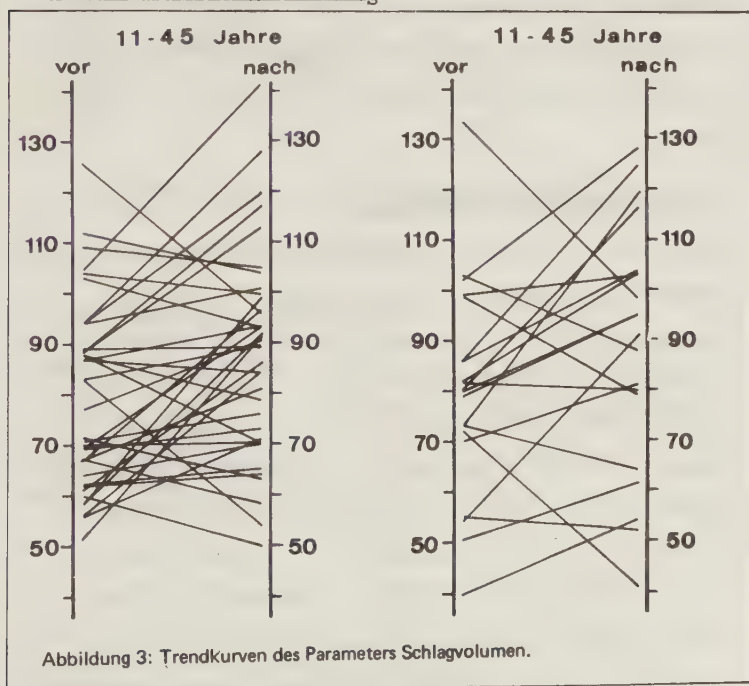


Tabelle 1: Gegenüberstellung des Mittels der gemessenen Kreislaufuhwerte aller 57 untersuchten Probanden. Die weißen Säulen (=100%) entsprechen den Werten vor, die schraffierten Säulen den Werten nach der Kur.

Ergebnis mit $\alpha=0,02$ ebenfalls als hochsignifikant erweist. In Altersgruppe 46-80 J. ist der 7,6%ige Frequenzrückgang nicht signifikant ($\alpha=0,20$). Auch in Altersgruppe 31-40 J. kann der Abfall von 7,3% statistisch nicht gesichert werden ($\alpha=0,10$). In Altersgruppe 41-50 J. vermindert sich der Durchschnittswert um 10,2%. Diese Veränderung ist hochsignifikant ($\alpha=0,02$). Die Abnahme in Altersgruppe 51-60 J. beträgt 5,4% und ist mit α größer 0,50 nicht signifikant.

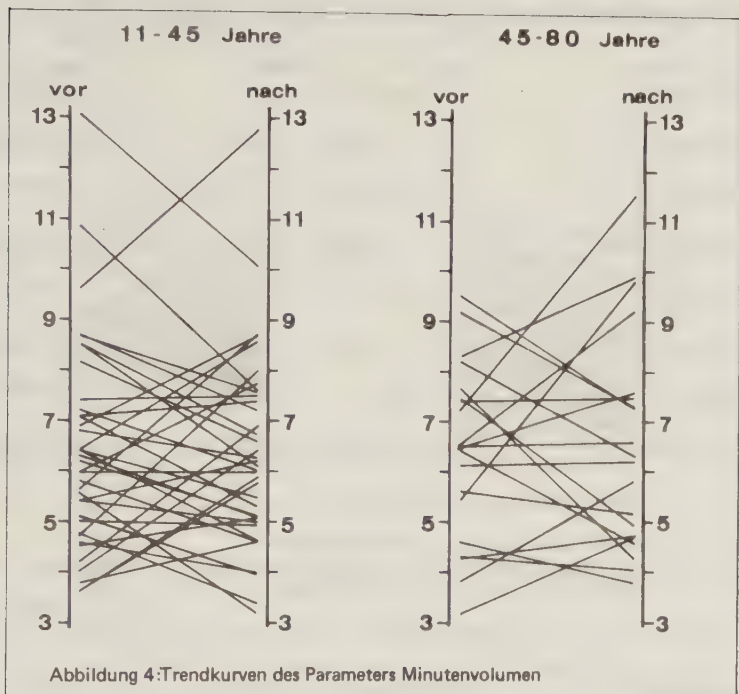
2. Das Ruheschlagvolumen (V_s)



Insgesamt steigt das Schlagvolumen von 79,55 auf 88,15 ml, also um 10,8% an. Die beiden Mittelwerte unterscheiden sich signifikant ($\alpha=0,05$). In den beiden Altersklassen zeigen sich ebenfalls erhöhte Werte. Und zwar in der Altersgruppe 11-45 J. eine Steigerung um 10,6% ($\alpha=0,10$), in Altersgruppe 46-80 J. um 11,2% ($\alpha=0,50$). In der zweiten Altersaufteilung sind bei Altersgruppe 31-40 J. eine Erhöhung von 9,4% ($\alpha=0,50$), Altersgruppe 41-50 J. von 11,5% ($\alpha=0,20$) und bei Altersgruppe 51-60 J. eine solche von 7,7% (α größer 0,50) festzustellen. Es findet sich also jeweils eine Zunahme; innerhalb der einzelnen Altersgruppen sind die Mittelwerte vor und nach jedoch nicht signifikant voneinander verschieden.

3. Das Ruheminutenvolumen (V_m)

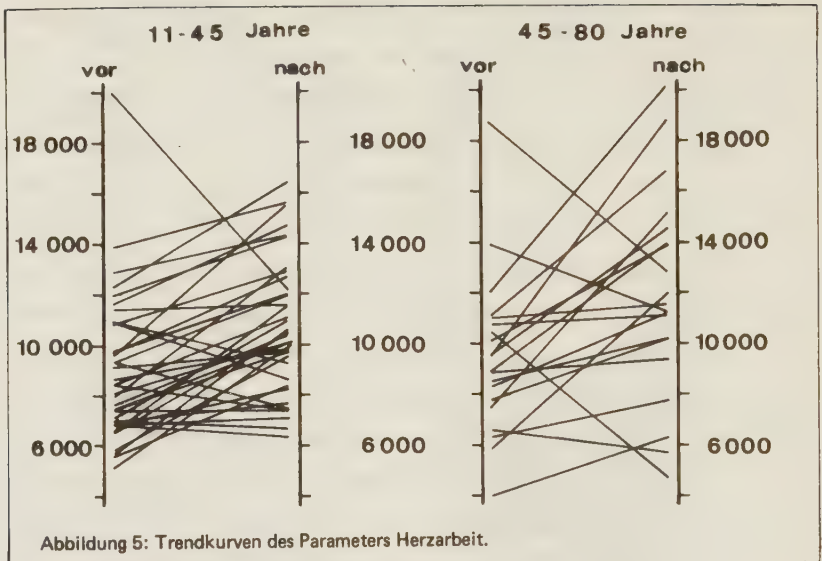
Im Mittel bleibt das Minutenvolumen nahezu gleich (vorher 6,33, nachher 6,38 l; Anstieg 0,8%). In Altersgruppe 11-45 J. verändern sich die Mittelwerte nicht, in Altersgruppe 46-80 J. finden wir 2,5% Zuwachs. In Altersgruppe 31-40 J. sind die Ergebnisse der Nachuntersuchung um 1,7% höher, in Altersgruppe 41-50 J. um 0,7% gefallen und in Altersgruppe 51-60 J. um 0,9% angestiegen. In keinem gewerteten Kollektiv, weder bei der Gesamtzahl noch bei den einzelnen Altersgruppen sind die Mittelwerte signifikant verschieden; Irrtumswahrscheinlichkeit α



jeweils viel größer als 0,50.

4. Die Herzarbeit in Ruhe (H_A)

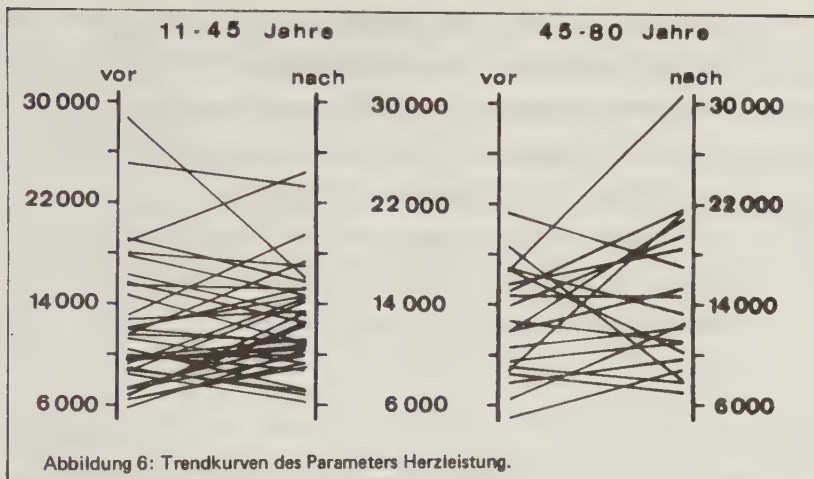
Im Gesamtdurchschnitt vergrößert sich die Herzarbeit um 21,7% von 9143 auf 11129 cmdyn. Diese Vergrößerung ist hochsignifikant ($\alpha=0,001$). In Altersgruppe 11-45 J. ist die Erhöhung um 19,6% ebenfalls hochsignifikant ($\alpha=0,01$), aber auch in Altersgruppe 46-80 J. kann die 25,5%ige Steigerung statistisch erhärtet werden ($\alpha=0,05$). In der nach Dezennien aufgeteilten Altersklasse zeigt sich ein Altersgefälle: Altersgruppe 31-40 J. Erhöhung um 22,7% ($\alpha=0,02$,



d.h. hochsignifikant), Altersgruppe 41-50 J. Steigerung um 21,6% ($\alpha=0,05$, d.h. signifikant); lediglich der 16,5%ige Anstieg in Altersgruppe 51-60 J. ist mit $\alpha=0,50$ nicht signifikant verschieden.

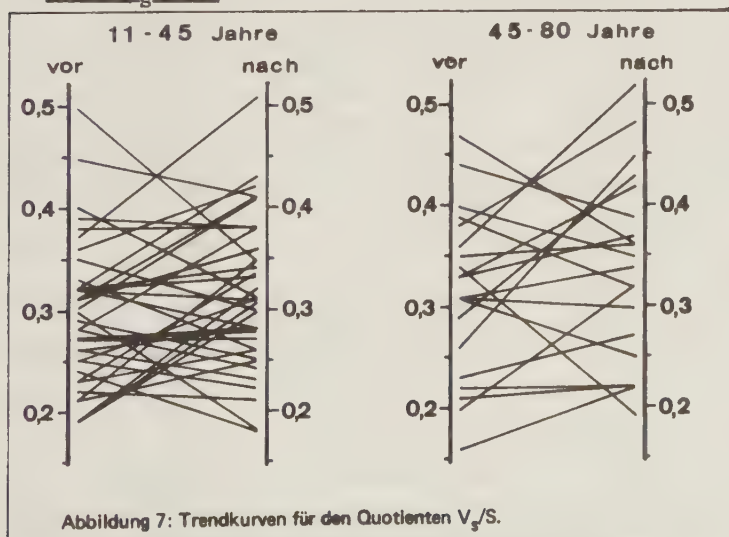
5. Die Herzleistung in Ruhe (H_L)

Der Mittelwert des Gesamtkollektivs steigt um 10% von 12230 auf 13456 cmdyn / min an. Die Steigerung ist nicht signifikant ($\alpha=0,20$). In Altersgruppe 11-45 J. Anstieg um 7%, in Altersgruppe 46-80 J. um 15,4%. Altersgruppe 31-40 J. ist um 13,2% erhöht, Altersgruppe 41-50 J. um 7,8% und Altersgruppe 51-60 J. um 8,9%. Bei allen Altersgruppen liegt eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha=0,50$, bei Altersgruppe 51-60 J. von α größer 0,50 vor,



so daß keine statistische Sicherung vorhanden ist.

6. Der Quotient Schlagvolumen / Austreibungszeit in Ruhe (V_g / S)



Im Gesamtkollektiv steigerte sich der Quotient von 0,302 auf 0,324 ml/sec um 7,2%; dieses Ergebnis be-

deutet bei $\alpha=0,20$ keine Signifikanz. In Altersgruppe 11-45 J. erfolgt eine Steigerung um 7,1%, in Altersgruppe 46-80 J. um 7,3%; in Altersgruppe 31-40 J. Erhöhung um 8,4%, in Altersgruppe 41-50 J. um 6,3% und in Altersgruppe 51-60 J. um 5%. Bei allen Altersgruppen zeigt sich kein signifikanter Unterschied, α liegt jeweils bei 0,50, in Altersgruppe 51-60 J. ist α größer 0,50.

	Erhaltene Mittelwerte	Prozentuale Veränderung	Anzahl der Probanden	Irrtumswahr- scheinlichkeit
FREQUENZ (Fr)				
Gesamt	V 79,28 N 72,42	- 8,6%	57	0,01
11-45	V 78,66 N 71,40	- 9,2%	37	0,02
46-80	V 80,41 N 74,30	- 7,6%	20	0,20
31-40	V 74,19 N 68,67	- 7,3%	19	0,10
41-50	V 82,75 N 74,32	-10,2%	29	0,02
51-60	V 81,66 N 77,27	- 5,4%	7	0,50
SCHLAGVOLUMEN (V_s)				
Gesamt	V 79,55 N 88,15	+10,8%	57	0,05
11-45	V 79,36 N 87,78	+10,6%	37	0,10
46-80	V 79,90 N 88,82	+11,2%	20	0,50
31-40	V 83,27 N 91,10	+ 9,4%	19	0,50
41-50	V 77,01 N 85,90	+11,5%	29	0,20
51-60	V 85,69 N 92,33	+ 7,7%	7	0,50
MINUTENVOLUMEN (V_m)				
Gesamt	V 6,33 N 6,38	+ 0,8%	57	0,50
11-45	V 6,29 N 6,29	+ 0 %	37	0,50
46-80	V 6,40 N 6,56	+ 2,5%	20	0,50
31-40	V 6,20 N 6,31	+ 1,7%	19	0,50
41-50	V 6,41 N 6,37	- 0,7%	29	0,50
51-60	V 6,98 N 7,04	+ 0,9%	7	0,50

Tabelle 2: Mittelwerte, prozentuale Veränderung, Irrtumswahrscheinlichkeit von Frequenz, Schlagvolumen und Minutenvolumen.

	Erhaltene Mittelwerte	Prozentuale Veränderung	Anzahl der Probanden	Irrtumswahr- scheinlichkeit
HERZARBEIT (H_A)				
Gesamt	V 9143 N 11129	+21,7%	57	0,001
11-45	V 8959 N 10712	+19,6%	37	0,01
46-80	V 9484 N 11901	+25,5%	20	0,05
31-40	V 9096 N 11157	+22,7%	19	0,02
41-50	V 9075 N 11036	+21,6%	29	0,05
51-60	V 10271 N 11970	+16,5%	7	0,50
HERZLEISTUNG (H_L)				
Gesamt	V 12230 N 13456	+10,0%	57	0,20
11-45	V 11967 N 12797	+ 7,0%	37	0,50
46-80	V 12715 N 14676	+15,4%	20	0,50
31-40	V 11351 N 12847	+13,2%	19	0,50
41-50	V 12670 N 13647	+ 7,8%	29	0,50
51-60	V 14104 N 15355	+ 8,9%	7	größer 0,50
QUOTIENT SCHLAGVOLUMEN / AUSTREIBUNGSZEIT (V_s / S)				
Gesamt	V 0,302 N 0,324	+ 7,2%	57	0,20
11-45	V 0,295 N 0,316	+ 7,1%	37	0,50
46-80	V 0,315 N 0,338	+ 7,3%	20	0,50
31-40	V 0,297 N 0,322	+ 8,4%	19	0,50
41-50	V 0,301 N 0,320	+ 6,3%	29	0,50
51-60	V 0,345 N 0,362	+ 5,0%	7	größer 0,50

Tabelle 3: Mittelwerte, prozentuale Veränderung, Irrtumswahrscheinlichkeit von Herzarbeit, Herzleistung und Quotient V_s / S .

DISKUSSION

Die gefundenen Ergebnisse sind besonders aufschlußreich, da es sich bei den untersuchten Probanden um Menschen handelt, die das Produkt unserer technisierten, durch den gewaltigen wirtschaftlichen Aufschwung geprägten Gesellschaft sind. Diese Personen können als Beispiel für einen Großteil unserer heutigen Bevölkerung gelten: Im Beruf körperlich kaum angespannt, dafür einem starken psychischen Stress unterworfen; neben der hochkalorischen Ernährung eine Freizeitgestaltung, die selten auch nur der anspruchslosesten Vorstellung von körperlichem Ausgleich nahekommt. Daß in einem solchen Kollektiv bei einer Kur, die in ihrer körperlichen Belastung nie an die Leistungsgrenze geht, bescheidenere Ergebnisse zu erwarten sind, wie z.B. bei Sportlern nach körperlichem Hochleistungstraining, ist leicht einzusehen.

Trotzdem zeigt sich bereits nach so kurzer Zeit eine deutliche, hochsignifikante Senkung der Herzfrequenz. Das entspricht den Beobachtungen von MELLEROWICZ, REINDELL und Mitarbeitern sowie anderer Autoren (2, 3, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 26, 33, 42, 51, 60, 61). Da der Sauerstoffbedarf des arbeitenden Herzens von der Herzfrequenz bestimmt wird (2, 3), ist die beobachtete verlangsamte Arbeitsweise der Ausdruck eines

erniedrigten Sauerstoffverbrauchs des Myocards bei gleicher Leistung. Dies deutet auf eine vergrößerte Anpassungsbreite und somit auf einen ökonomischeren Arbeitsablauf des Herzens hin. Überraschend ist, daß bei unserem Untersuchungsgut die älteren Jahrgänge eine geringere, nicht signifikante Senkung aufweisen, entgegen der Meinung von HERXHEIMER (zitiert nach 2) und MELLEROWICZ (zitiert nach 46), die gerade bei älteren Menschen eine stärkere Erniedrigung der Frequenz als bei jungen fanden. - Eine Erklärung für dieses Verhalten könnte in der geringeren Anzahl der gemessenen Versuchspersonen liegen; in Altersgruppe 46-80 J. befinden sich zwanzig und in Altersgruppe 51-60 J. nur sieben Probanden. Bei diesen kleinen Zahlen fallen natürlich ein oder mehrere Werte, die sich durch z.B. Erkrankung oder mangelnde Mitarbeit verschlechtert haben, wesentlich stärker ins Gewicht. In der Tat gehören von den insgesamt dreizehn gemessenen Frequenzzunahmen fünf in die Altersgruppe 46-80 J., das sind 25% dieser Altersgruppe und davon wieder drei zur Altersgruppe 51-60 J., das sind bereits 43%. Trotzdem ist bei diesen beiden Altersgruppen noch eine, allerdings nicht signifikante Frequenzabnahme im Mittel von 6,1 bzw. von 4,4 pro Minute zu finden.

Die signifikante Steigerung des Herzschlagvolumens im Mittelwert wurde von vielen Autoren, vor allem der angloamerikanischen Literatur ebenfalls be-

obachtet (2, 3, 6, 11, 13, 16, 23, 26, 33, 38, 45, 59). Jedoch finden sich auch eine ganze Reihe von Veröffentlichungen, unter anderem von REINDELL und MELLEROWICZ, die einen Trainingseffekt in der Erniedrigung des Herzschlagvolumens sehen (17, 18, 20, 21, 36, 42, 43, 44, 46, 60). Einig sind sich alle Autoren darin, daß körperliches Training eine Ökonomisierung von Herz und Kreislauf bewirkt.

Die zuerst genannten Autoren wie ATZLER, BAINBRIDGE, LINHARD und andere deuten das erhöhte Ruheschlagvolumen als Zeichen einer verbesserten Herzmuskelleistung. Erst bei Belastung tritt nach ihrer Ansicht eine Ökonomisierung in Erscheinung, hervorgerufen durch das stärkere Füllungsvermögen und die langsamere Schlagfolge des Herzens verglichen mit Untrainierten. Diejenigen Verfasser, welche eine Erniedrigung des Herzschlagvolumens in Ruhe als Trainingsfolge beschreiben, so unter anderen MELLEROWICZ, REINDELL, PROKOP und SLAPAK, bezeichnen diese Erniedrigung als Ausdruck einer vergrößerten Restblutmenge des Herzens in Ruhe. Durch diese vergrößerte Restblutmenge wird das Herz unter Belastung in die Lage versetzt, ein vergrößertes Schlagvolumen einzig durch Ausnutzung bislang nicht verwendeten Fassungsraumes zu erzeugen. Eine solche "Leistungsreserve" fanden die Autoren bei Sportherzen, die sich aus-

zeichnen durch eine Vergrößerung ihrer Muskelmasse und einer Zunahme der Weite ihrer Herzhöhlen. Diese Zunahme wird von REINDELL als "regulative Dilatation" bezeichnet und soll verantwortlich sein für die von ihm und anderen (MELLEROWICZ, PROKOP, SLAPAK) beschriebene Abnahme des Ruheschlagvolumens durch Training.

Wenn wir auch grundsätzlich dieser Meinung zustimmen, so möchten wir doch darauf hinweisen, daß es sich bei deren Untersuchungsgut um trainierte Sportler handelte, die durch den Willen nach maximaler Leistung eine wesentlich stärkere Trainingsintensität erreichten. Bei diesem Personenkreis arbeitet das Herz in Ruhe mit verminderter Frequenz und verkleinertem Schlagvolumen in einem sogenannten Schongang als Ausdruck

- a. eines ökonomisch eingestellten Herzens und
- b. eines ebenso mit hohem Wirkungsgrad arbeitenden Kreislaufs.

Mit großer Wahrscheinlichkeit ist es bei den von uns untersuchten Kurteilnehmern als Folge des Trainings allenfalls zu einer leichten Kräftigung des Herzmuskels, verbunden mit keiner oder einer äußerst geringen Vergrößerung des Volumens aller vier Herzhöhlen gekommen. Diese angenommenen Veränderungen setzen das Herz in begrenztem Rahmen in die Lage, eine erhöhte Herzarbeit mit Hilfe gesteigerteren Schlagvolumens und geringerer Schlagfrequenz als

bei einer gleichen Situation vor der Kur zu leisten oder - durch Vergrößerung des Restvolumens - einen Schongang durch vermindertes Schlagvolumen (bei gleichzeitig vergrößertem Restvolumen) und durch langsamere Schlagfrequenz einzulegen. - Die in Ruhe gemessene verminderte Schlagfrequenz und das erhöhte Ruheschlagvolumen zeigen jedoch, daß der Energiebedarf des Kreislaufs in Ruhe noch genauso groß ist, wie vor der Kur. Nur hat das Herz jetzt die Möglichkeit, die zu leistende Arbeit mehr mit Hilfe eines vergrößerten Schlagvolumens zu vollbringen. Daraus kann man folgern, daß die beginnende Ökonomisierung des Herzens nach einer so kurzen Zeit der körperlichen Ertüchtigung noch nicht von einer Verbesserung der peripheren Kreislaufleistung begleitet wird.

Die äußerst geringe, in keinem Falle signifikante Erhöhung des Minutenvolumens deutet darauf hin, daß das Herz die gefundene Zunahme des Schlagvolumens in etwa durch die Frequenzerniedrigung ausgeglichen hat. In der Literatur berichten über einen trainingsbedingten Anstieg BAINBRIDGE, LINHARD sowie FRICK und Mitarbeiter. Eine Abnahme des Minutenvolumens fanden unter anderen REINDELL und Mitarbeiter, MELLEROWICZ, HEINECKER.

In der signifikanten Erhöhung der Herzarbeit um den fünften Teil des Ausgangswertes spiegeln sich sowohl das erhöhte Schlagvolumen, als auch der An-

stieg des mittleren Blutdrucks der Kurteilnehmer wieder. Im Gegensatz dazu fanden MELLEROWICZ, PROKOP und SLAPAK sowie andere Verfasser (13, 17, 21) eine nicht signifikante Verminderung der Herzarbeit bei Sportlern und eine vergleichsweise noch stärkere Verminderung der Herzleistung.

Bei unserem Untersuchungsgut zeigte sich eine nicht signifikante Erhöhung der Herzleistung, hervorgerufen einmal durch das gesteigerte Schlagvolumen sowie durch das Blutdruckverhalten.

Die Kontraktionsgeschwindigkeit des Herzens, dargestellt durch den Quotienten Schlagvolumen / Austreibungszeit erfuhr eine mäßige, wenn auch nicht signifikante Steigerung. Das Verhalten dieses Parameters entspricht den Folgerungen, die wir bereits aus der erniedrigten Ruhepulsfrequenz gezogen haben: Das Herz vermag im Sinne einer wirtschaftlicheren Arbeitsweise mehr Blut pro Zeiteinheit zu fördern.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Frage, ob sogenannte Kreislaufkuren auf gymnastisch-hydrotherapeutischer Grundlage, wie sie in den letzten Jahren immer häufiger durchgeführt werden, einen günstigen Einfluß auf Herz und Kreislauf auszuüben vermögen, ist bislang noch nicht befriedigend geklärt worden. Es wurden daher bei 57 Angestellten eines Industriekonzerns vor und nach einer solchen Kur einige Kreislaufparameter in Ruhe (mit Hilfe der physikalischen Kreislaufanalyse nach BROEMSER-RANKE) bestimmt, um hämodynamische Veränderungen nachweisen zu können. Im einzelnen wurde folgendes festgestellt:

1. Es zeigt sich eine deutliche, signifikante Senkung der Herzfrequenz, was auf eine ökonomischere Arbeitsweise des Herzens hindeutet.
2. Das Schlagvolumen erfährt eine signifikante Steigerung. In der Literatur wird bei Untersuchungen an (zumeist) Trainierten sowohl von Steigerungen als auch von Verminderungen dieses Parameters berichtet.
3. Eine nicht signifikante, äußerst geringe Erhöhung des Minutenvolumens offenbart einen Ausgleich der Schlagvolumenerhöhung einerseits durch die Frequenzerniedrigung andererseits.
4. In der signifikanten Erhöhung der Herzarbeit kommen sowohl erhöhtes Schlagvolumen als auch

der erhöhte mittlere Blutdruck zum Ausdruck.
In der Literatur werden gegensätzliche Befunde beschrieben.

5. Die Werte der Herzleistung erhöhen sich im Mittel nicht signifikant. In der Literatur wird von einer im Vergleich zur Herzarbeit noch stärkeren Verminderung der Herzleistung berichtet. Die von uns ermittelten Werte zeigen also analoges Verhalten.
6. Der quotient Schlagvolumen / Austreibungszeit als Maß für die Kontraktionsgeschwindigkeit des Herzens erfuhr eine nicht signifikante, geringe Erhöhung. Daraus läßt sich, wie bereits aus dem Pulsfrequenzverhalten gefolgert, eine wirtschaftlichere Arbeitsweise des Myokards ableiten.

LITERATUR

1. ATANASSOWA, M.:

Blutdruckänderungen unter dem Einfluß
von Witterungsfaktoren.

Z. Kreislaufforschg. 48, 461 (1959)

2. ATZLER, E.:

Arbeitsphysiologie. I. Teil

Erg. Physiol. 40, 325 (1938)

3. BAINBRIDGE, F.A.:

The physiology of muscular exercise.

Longmans, Green and Co., London 1923

4. BLOHMKE, M., O. STELZER, H. STUMPF :

Die Wirkung der "aktiven Übungsbehandlung" auf die Herz- und Kreislaufreaktion gesunder Männer in Ruhe und während Belastung.

Z. Kreislaufforschg. 55, 329 (1966)

5. BLUMBERGER, K.-J.:

Die Anspannungszeit und Austreibungszeit beim Menschen.

Arch. Kreislaufforschg. 6, 203 (1940)

6. BOCK, A.V., C. VANCAULAERT, D.B. DILL, A. FÖLLING
and L.M. HURXTHAL :

Studies in muscular activity. III. Dynamical changes occurring in man at work.

J. Physiol. 66, 136 (1928)

7. BRECHT, K., H. BOUCKE :

Neues elektrostatisches Tieftonmikrophon und seine Anwendung in der Sphygmographie.

Pflügers Arch. 256, 43 (1952)

8. BROEMSER, PH., O.F. RANKE :
Über die Messung des Schlagvolumens
des Herzens auf unblutigem Weg.
Z. Biol. 90, 467 (1930)
9. CASPARI, R., H. KLENSCH, J. KÖTTER :
Das Schlagvolumen des Herzens bei
plötzlicher Verminderung des peri-
pheren Widerstandes.
Z. Kreislaufforschg. 49, 413 (1960)
10. CAVALLI-SFORZA :
Biometrie
G. Fischer Verlag, Stuttgart 1969
11. CHRISTENSEN, E.H.:
Beiträge zur Physiologie schwerer kör-
perlicher Arbeit. IV. Mitt. Die Puls-
frequenz während und unmittelbar nach
schwerer körperlicher Arbeit.
Arb. Physiol. 4, 470 (1931)
12. CHRISTENSEN, E.H.:
Das Herzminutenvolumen.
Erg. Physiol. 39, 348 (1937)
13. FRICK, H.M., A. KONTTINEN, H.S.S. SARAJAS :
Effects of physical training on circu-
lation at rest and during exercise.
Amer. J. Cardiol. 12, 142 (1963)
14. FRUCHT, AD.-H.:
Der Aortenquerschnitt des Menschen in
Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Kör-
pergröße und mittlerem Blutdruck.
Z. Kreislaufforschg. 42, 401 (1953)

15. GLATZEL, H., G. RETTENMAIER :

Kreislaufregulation und Ernährung.
11. Der Einfluß verschiedener
Nahrungsfette auf Schlagvolumen
und Schlagfrequenz.

Z. Kreislaufforschg. 55, 1052 (1966)

16. HANSON, J.S., B.S. TABAKIN :

Comparison of the circulatory response
to upright exercise in 25 "normal" men
and 9 distance runners.

Brit. Heart J. 27, 211 (1965)

17. HEINECKER, R., K.-E. ZIPF, H.-W. LÖSCH :

Über den Einfluß körperlichen Trainings
auf Kreislauf und Atmung.

Z. Kreislaufforschg. 49, 913 (1960)

18. HOFF, F., H. LOSSE :

Sympathikotonie und Parasympathikotonie.

Dtsch. med. Wschr. 80, 529 (1955)

19. HOLMGREN, A., F. MOSSFELDT, T. SJÖSTRAND,
G. STRÖM :

Effect of training on work capacity,
total hemoglobin, blood volume, heart
volume and pulse rate in recumbent
and upright positions.

Act. physiol. Scand. 50, 72 (1960)

- * 20. HOLLMANN, W.:

Der Arbeits- und Trainingseinfluß auf
Kreislauf und Atmung.

Steinkopff Verlag, Darmstadt 1959

21. ISRAEL, S.:

Der Einfluß sportlicher Übungen auf
den Menschen.

VEB Verlag Volk und Gesundheit,
Berlin 1961

22. JUCHEMS, R.:

Besteht eine Abhängigkeit der Blutdruck-
amplitude vom Schlagvolumen?

Dtsch. med. Wschr. 93, 32 (1968)

23. JUNGSMANN, H.:

Individuelle Klimatherapie. Kreislauf-
analysen bei Erfolgen und Mißerfolgen
einer Kurzbehandlung.

Dtsch. med. Wschr. 78, 98, 134 (1953)

24. KANN, J., H. VALENTIN :

Bewegungstherapie bei Herz- und Kreis-
laufkranken.

Therapiewoche 15, 381 (1965)

25. KARNBAUM, S.:

Kreislaufanalytische Untersuchungen
bei Normotonikern.

Z. Kreislaufforsch. 46, 709 (1957)

26. KATZ, L.N.:

Physical fitness and coronary heart
disease.

Circulation 35, 405 (1967)

27. KIRCHHOFF, H.-W.:

"Interne" Übungsbehandlung bei Krank-
heiten des Herzens und der Gefäße.

Münch. Med. Wschr. 105, 1806 (1963)

28. KIRCHHOFF, H.-W., P. BECKMANN :

Regulationsstörungen des Herzens
und des Kreislaufs.

Barth Verlag, München 1965

29. KURTH, H.:

Statistische Untersuchungen über die Zu-
nahme an Herz- und Kreislaufkrankheiten.

Z. Kreislaufforschg. 55, 1129 (1966)

30. LANG, E.:

Meßverfahren zur Bestimmung der zeit-
lichen Herzdynamik.

Herz / Kreislauf 2, 80 (1970)

31. LANG, E.:

Einfluß der Pulsfrequenz auf die Kon-
traktionsphasen des Herzens.

Z. Kreislaufforschg. 54, 479 (1965)

32. LANG, E., H. BRAMMER :

Die zeitliche Herzdynamik unter dem
Einfluß körperlicher Belastung bei
Herzgesunden.

Z. Kreislaufforschg. 58, 715 (1969)

33. LINDHARD, J.:

Über das Minutenvolumen des Herzens
bei Ruhe und bei Muskelarbeit.

Pflügers Arch. 161, 233 (1915)

34. LINKE, H.:

Die physikalische Kreislaufanalyse.

in BLUMBERGER, K.-J., A. WEBER :

1. Freiburger Colloquium für Kreis-
laufmessungen.

Banaschewski Verlag, München 1958
S. 160

35. MEINERS, S. :

Meßmethoden zur Analyse der Herz- und
Kreislaufdynamik.

in BLUMBERGER, K.-J., A. WEBER :

1. Freiburger Colloquium für Kreis-
laufmessungen.

Banaschewski Verlag, München 1958
S. 84

36. MELLEROWICZ, H.:

Vergleichende Untersuchungen über das
Ökonomieprinzip in Arbeit und Leistung
des trainierten Kreislaufs und seine
Bedeutung für die präventive und re-
habilitative Medizin.

Arch. Kreislaufforschg. 24, 70 (1956)

37. MUSSHOF, K., H. REINDELL, H. KLEPZIG :

Stroke volume, arterio-venous difference,
cardiac output and physical working capa-
city, and their relationship to heart
volume.

Act. card. 14, 427 (1959)

38. MUSSHOF, K., H. REINDELL, H. KLEPZIG,
H.W. KIRCHHOFF :

Herzvolumen, Schlagvolumen und körper-
liche Leistungsfähigkeit.

Cardiologia 31, 359 (1957)

39. MUSSHOF, K., H. REINDELL, H. STEIM, K. KÖNIG :

Die O₂-Aufnahme pro Herzschlag als Funk-
tion des Schlagvolumens, der arteriovenö-
sen Differenz, des Minutenvolumens und
des Herzvolumens.

Z. Kreislaufforschg. 48, 255 (1959)

40. NATHUSIUS v., W.:

Bewegungstherapie als vorbeugende Gesund-
heitspflege und Rehabilitation beim Herz-
infarkt.

Der Landarzt 37, 1028 (1961)

41. NEUMANN, H., K.J. BOEDER :
Funktionsprüfungen in der Herz- und
Kreislaufdiagnostik.
deGruyter Verlag, Berlin 1963
42. PROKOP, L., L. SLAPAK :
Sport und Kreislauf.
Verl. Med. Wissch., Wien Bonn Bern 1958
43. REINDELL, H.:
Diagnostik der Kreislauffrückschäden.
Enke Verlag, Stuttgart 1949
44. REINDELL, H., R. WEYLAND, H. KLEPZIG :
Herz und Kreislauf des Trainierten.
in MELLEROWICZ, H., W. RUHEMANN :
Training, Leistung, Gesundheit.
Limpert Verlag, Frankfurt/M. 1953
S. 59
45. REINDELL, H., H. KLEPZIG, K. MUSSHOFF, H.W.
KIRCHHOFF, H. STEIM, F. MOSER,
P. FRISCH :
Neuere Untersuchungsergebnisse über
Beziehungen zwischen Größe und Lei-
stungsbreite des gesunden Herzens,
insbesondere des Sportherzens.
Dtsch. med. Wschr. 82, 613 (1957)
46. REINDELL, H., H. KLEPZIG, H. STEIM, K. MUSSHOFF,
H. ROSKAMM, E. SCHILDGE :
Herz-Kreislaufkrankheiten und Sport.
Barth Verlag, München 1960
47. REINDELL, H., K. KÖNIG, H. ROSKAMM :
Funktionsdiagnostik des gesunden
und kranken Herzens.
Thieme Verlag, Stuttgart 1967

48. ROEMHELD, L.:

Beeinflussung des Herzminutenvolumens
durch Diät.

Z. Kreislaufforschg. 31, 73 (1942)

49. ROEMHELD, L.:

Untersuchungen über den Einfluß kalorienarmer Ernährung auf das Herzminutenvolumen des Menschen.

Z. Kreislaufforschg. 31, 668 (1942)

50. ROSKAMM, H., N. BRANDTS, H. REINDELL :

Zur Trainierbarkeit der Herz- und Kreislaufleistungsfähigkeit in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht.

Cardiologia 48, 441 (1966)

51. ROSKAMM, H., H. REINDELL, K. KÖNIG :

Körperliche Aktivität und Herz- und Kreislauferkrankungen.

Barth Verlag, München 1966

52. ROSKAMM, H., H. REINDELL, M. MÜLLER :

Herzgröße und ergometrisch getestete Ausdauerleistungsfähigkeit bei Hochleistungssportlern aus 9 deutschen Nationalmannschaften.

Z. Kreislaufforschg. 55, 2 (1966)

53. SACHS, L. :

Statistische Auswertungsmethoden.

Springer Verlag, Berlin Heidelberg
New York 1969

54. SCHIMERT, G.:

Körperbelastung und Koronarkrankheit.

Münch. Med. Wschr. 107, 894 (1965)

55. SCHLEUSING, G., J. SCHAUER, J. MÜLDNER :

Herzvolumen und Leistungsfähigkeit bei normaler und pathologischer Hämodynamik.

Arch. Kreislaufforsch. 52, 273 (1968)

56. SCHLIERF, G.:

Framingham-Studie.

Dt. med. Wschr. 94, 1667 (1969)

57. SCHMIDT-KESSEN, W., W. GROH, W. GROSS :

Ergebnisse eines Vergleiches von gymnastischen und Kneipp-Kuren bei vegetativer Dystonie.

Ärztl. Forschg. 18, 347 (1964)

58. SCHRIFTENREIHE DER BAYERISCHEN LANDESÄRZTEKAMMER:

Vorbeugung und Wiederherstellung bei Herz- und Kreislauferkrankungen.

Verlag Bay. Landesärztekammer
Band 7, München 1967

59. STOLLREITER, H.:

Austreibungszeit und Schlagvolumen als Gradmesser der Leistungsbreite des Herzmuskels.

Dt. Arch. klin. Med. 198, 526 (1951)

60. TABAKIN, B.S., J.S. HANSON, A.M. LEVY :

Effects of physical training on the cardiovascular and respiratory response to graded upright exercise in distance runners.

Brit. Heart J. 27, 205 (1965)

61. THÖRNER, W.:

Trainingswirkungen auf den menschlichen Organismus.

in MELLEROWICZ, H., W. RUHEMANN :

Training, Leistung, Gesundheit.

Limpert Verl., Frankfurt/M. 1953 S.41

62. WINTER, K.:

Die Bedeutung der Herz-Kreislaferkrankungen für Sterblichkeit, Arbeitsunfähigkeit und Invalidität.

Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1962

Lebenslauf

Am 23. November 1944 wurde ich, Klaus Nolte, als erstes von zwei Kindern des Ingenieurs Gustav Nolte und seiner Ehefrau Else Nolte, geb. Schmidt in Nürnberg geboren.

1950 wurde ich in Nordenberg, Kreis Rothenburg oTbr. eingeschult. Von 1951 bis 1955 besuchte ich die Luther-Volksschule in Nürnberg. 1955 trat ich in die Wölckern-Oberrealschule in Nürnberg ein. Am 20. Juli 1964 legte ich an der gleichen Anstalt - jetzt Martin-Becham-Gymnasium - die Reifeprüfung ab. Von 1964 bis 1966 leistete ich meinen Wehrdienst bei der Bundeswehr ab und wurde als Offizier der Reserve entlassen.

Im Wintersemester 1966/67 begann ich mit dem Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Nach fünf Semestern bestand ich die Ärztliche Vorprüfung mit gutem Erfolg.

Im Juli 1971 heiratete ich Helga Gritsch aus Tarrenz in Tirol.

Am 2. August 1972 beendete ich das medizinische Staatsexamen mit sehr gutem Erfolg.

Nürnberg, den 3. August 1972

Klaus Nolte

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990